

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

## INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

REC'D 24 JAN 2006

INFO

PCT

(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P804416/WO/1	WEITERES VORGEHEN		siehe Formblatt PCT/IPEA/416
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2005/001285	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 09.02.2005	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 12.02.2004	
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK B26F1/26			
Anmelder DAIMLERCHRYSLER AG et al.			

1. Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt wird.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
3. Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen
  - a.  (*an den Anmelder und das Internationale Büro gesandt*) insgesamt 10 Blätter; dabei handelt es sich um
    - Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften).
    - Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht.
  - b.  (*nur an das Internationale Büro gesandt*)> insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben), der/die ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthält/enthalten, nur in computerlesbarer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).

4. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- Feld Nr. II Priorität
- Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 09.12.2005	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 23.01.2006
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Canelas, R.F. Tel. +49 89 2399-2367



# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/001285

## Feld Nr. I Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Sprache** beruht der Bericht auf der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.
  - Der Bericht beruht auf einer Übersetzung aus der Originalsprache in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:
    - internationale Recherche (nach Regeln 12.3 und 23.1 b))
    - Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4)
    - internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 und/oder 55.3)
2. Hinsichtlich der **Bestandteile\*** der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt*):

### Beschreibung, Seiten

1-8 eingegangen am 13.12.2005 mit Schreiben vom 02.12.2005

### Ansprüche, Nr.

1-7 eingegangen am 13.12.2005 mit Schreiben vom 02.12.2005

### Zeichnungen, Blätter

1/1 in der ursprünglich eingereichten Fassung

einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3.  Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:
  - Beschreibung: Seite
  - Ansprüche: Nr. 8-10
  - Zeichnungen: Blatt/Abb.
  - Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
  - etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):
4.  Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigefügten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c)).
  - Beschreibung: Seite
  - Ansprüche: Nr.
  - Zeichnungen: Blatt/Abb.
  - Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
  - etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

\* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT  
ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/001285

---

**Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35 (2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

---

1. Feststellung  
Neuheit (N) Ja: Ansprüche 1-7  
Nein: Ansprüche
- Erfinderische Tätigkeit (IS) Ja: Ansprüche 1-7  
Nein: Ansprüche
- Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) Ja: Ansprüche: 1-7  
Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen (Regel 70.7):

**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1: DE 100 85 168 T (TOYOTA JIDOSHA K.K., TOYOTA) 31. Oktober 2002 (2002-10-31)
- D3: DE 198 09 367 A1 (NAGEL MASCHINEN- UND WERKZEUGFABRIK GMBH) 9. September 1999 (1999-09-09)
- D5: US-A-5 626 674 (VANKUIKEN, JR. ET AL) 6. Mai 1997 (1997-05-06)
- D6: US-A-5 630 953 (KLINK ET AL) 20. Mai 1997 (1997-05-20)

Die Erfindung betrifft die Herstellung von tribologischen Oberflächen (wie z.B. Zylinderlaufbahnen), die beim Einsatz des Werkstücks mit Schmiermittel zu versorgen sind. Als relevanter Stand der Technik können z.B. die D1, D3, D5 und D6 angesehen werden. Diese Schriften sind in der Beschreibungseinleitung gewürdigt. Der Oberbegriff von Patentanspruch 1 ist nach D6 definiert, weil die Anmelderin der Auffassung ist, daß in D1, D3 und D5 Vertiefungen jedoch keine Kapillare offenbart werden.

Der Gegenstand von Anspruch 1 unterscheidet sich von diesen bekannten Verfahren durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils und ist somit neu, Art. 33(2) PCT.

Es wurde nach der Erfindung ein Abmessungsbereich ermittelt, in dem mit den Kapillaren ein Unterdruckeffekt erwirkt wird, der verhindert, daß das Schmiermittel beim Einsatz des Werkstückes aus den kapillaren herausgezogen wird oder verdampft und unwiederbringbar für eine geeignete Schmierung der dortigen Stelle des Werkstücks verloren geht.

Selbst wenn die Verwendung von einem Hochdruckwasserstrahl für diesen Zweck dem Fachwissen gehört (siehe D1, D3, D5) ist der Parameterbereich aus dem relevanten Stand der Technik nicht bekannt. Der Gegenstand von Anspruch 1 beruht daher auf einer erfinderischen Tätigkeit, Art. 33(3) PCT.

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER  
BERICHT ZUR PATENTIERBARKEIT  
(BEIBLATT)**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/001285

Der Gegenstand der Anmeldung hat industrielle Anwendung.

DaimlerChrysler AG

### Verfahren zur Bearbeitung von Werkstück-Oberflächen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung von Werkstück-Oberflächen, die im Einsatz des Werkstücks mit Schmiermittel zu versorgen sind.

Die DE 100 85 168 T1 zeigt die Herstellung von Grübchen in Zylinderlaufbahnen von Kraftfahrzeugmotoren, wobei in den Grübchen Öl gespeichert werden soll, um die Schmierung zwischen der Laufbahn und dem Motorkolben zu verbessern. Diese Grübchen weisen eine Tiefe von maximal  $20\mu\text{m}$  auf. In der EP 0 169 984 A2 wird ebenfalls von der Herstellung einer Grübchenbildung in einer Zylinderlaufbahn gesprochen; des Weiteren von einer Öffnung von Graphitnestern, welche die gleiche Dimensionierung wie Grübchen, wenn nicht größere Abmessungen aufweisen.

Aus der DE 195 06 568 A1 ist der Abtrag einer Aluminium-Matrix einer Zylinderlaufbahn, in der Hartstoffpartikel wie Silizium eingebettet sind, mittels Fluidstrahlen entnehmbar. Diese Partikel sollen dadurch freigelegt werden, so dass der Motorkolben an den Partikeln möglichst verschleißfrei entlang gleiten kann.

In der DE 198 09 367 A1 werden gemäß Spalte 1, Zeilen 27 bis 31 Vertiefungen in der Werkstückoberfläche geschaffen, die eine künstliche Vermehrung der natürlich vorhandenen unregelmäßig angeordneten Vertiefungen darstellen. Diese Vertiefungen werden ausdrücklich als Gussporen benannt. Diese Spezifizierung gibt ein klares Bild von den bekannten Vertiefungen

wieder. Poren sind bekanntermaßen von geringer Tiefe, relativ dazu jedoch ziemlich breit. Die Poren bilden Ölhaltevolumina, die jedoch auf Grund ihrer Ausbildung keine optimale Versorgung der Werkstückoberfläche mit Schmiermittel zulassen. Auf Grund der relativ großen Oberfläche verdampft im Motorbetrieb eine entsprechend große Ölmenge, was zu einem mäßigen jedoch nicht kleinen Ölverbrauch führt. Des Weiteren schert der Kolben beim Überfahren der Poren einen Teil des in den Poren befindlichen Ölvolumentes ab und schiebt diesen unwiederbringlich aus der Zylinderbohrung heraus, was den Ölverbrauch noch weiter steigert. Somit ist insgesamt schon nach relativ kurzer Zeit das Ölhaltevolumen der Poren erschöpft, so dass keine optimale Versorgung der Werkstückoberfläche, die eine Zylinderlaufbahn bildet, mit Schmiermittel mehr stattfinden kann. Um einen Motorschaden durch Schmiermittelunterversorgung zu verhindern, muss demnach mit einer zusätzlichen Schmiermittelmenge ausgeholfen werden.

In der US 5,626,674 wird ebenfalls eine Zylinderlaufbahn mit Wasserstrahlen beaufschlagt. Auch dort werden Grübchen (pits), jedoch mit einer mittleren Tiefe von 75-10 $\mu\text{m}$  erzeugt.

Ein gattungsgemäses Verfahren ist aus der DE 43 16 012 C2 bekannt. Dabei werden mittels Laserstrahlen vorzugsweise kreuzförmig zueinander verlaufende Vertiefungen in die Werkstück-Oberfläche eingebracht. Insbesondere bei der Anwendung dieses Verfahrens bei Zylinderlauflächen ist jedoch nachteilig, dass das Schmiermittel während der Bewegung des Kolbens nicht in den Vertiefungen verbleibt, sondern durch die Kolbenringe aus denselben herausgeschoben wird, insbesondere weil sämtliche Vertiefungen der Werkstück-Oberfläche miteinander kommunizieren. Dies führt dazu, dass sich das Schmiermittel meist nicht an dem Ort befindet, an dem es zur Schmierung erforderlich ist, was bei der genannten Anwendung zu einem höheren Ölverbrauch und somit zu schlechteren Emissionswerten führt. Ein weiterer Nachteil des bekannten Verfahrens sind dessen relativ hohe Kosten sowie die erforderliche Nacharbeit.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Bearbeitung von Werkstück-Oberflächen, die im Einsatz des Werkstücks mit Schmiermittel zu versorgen sind, zu schaffen, durch welches eine optimale Versorgung der Werkstück-Oberfläche mit Schmiermittel gewährleistet werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch das erfindungsgemäße Einbringen von Kapillaren mittels Hochdruckwasserstrahlen in die Werkstück-Oberfläche ergeben sich in derselben einzelne Vertiefungen, in welche der Schmierstoff eindringen kann, ohne bei einer Relativbewegung, an der das Werkstück beteiligt ist, aus denselben befördert zu werden. Bei den Kapillaren handelt es sich nämlich um nicht miteinander kommunizierende Vertiefungen, so dass stets ein gewisser Betrag an Schmierstoff in denselben verbleibt. So bilden sich Mikrodruckkammer aus, welche sich unter tribologisch Beanspruchung reibleistungs- und verschleißminimierend auswirken.

Die Kapillaren, die durch das Hochdruckwasserstrahlen entstehen können beispielsweise in Form von plastischen Deformationen im Stahlgefüge oder in Form von herausgelösten Graphitlamellen auftreten.

Die Verwendung von Hochdruckwasserstrahlen ist prinzipiell aus der DE 101 53 305 A1 zum Aufrauen von Oberflächen bekannt um es handelt sich dabei um ein kostengünstiges und prozesssicheres Verfahren.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich die Kapillare vorteilhafterweise jeweils in den Bereichen der zu bearbeitenden Werkstück-Oberfläche anbringen, an denen eine Schmierstoffversorgung erforderlich ist, wohingegen der restliche Teil, insbesondere zwischen einem oberen und unteren

Totpunkt, der Fläche mit einer möglichst geringen Rautiefe ausgeführt werden kann. Aufgrund der dort vorherrschenden hohen Kolbengeschwindigkeit erfolgt auch mit einer geringeren Schmierstoffmenge eine hydrodynamische Schmierung.

Wenn in einer vorteilhaften Weiterbildung als zu bearbeitendes Werkstück eine Zylinderlaufbuchse einer Brennkraftmaschine verwendet wird, können durch die erfindungsgemäße Optimierung der tribologischen Eigenschaften der Zylinderlauffläche Reibung und Verschleiß sowie Ölverbrauch und Emissionen der Brennkraftmaschine verringert werden.

Wenn in diesem Zusammenhang vorgesehen ist, dass die Kapillare in einem Bereich unmittelbar unterhalb eines oberen Totpunkts eines sich relativ zu der Zylinderlauffläche bewegenden Kolbens eingebracht werden, so ergibt sich eine besonders gute Versorgung desjenigen Bereichs mit Schmiermittel, der während des Betriebs der Brennkraftmaschine der größten Belastung, insbesondere der größten thermischen Belastung, ausgesetzt ist, wohingegen der mittlere Bereich der Zylinderlauffläche nicht bearbeitet werden muss und daher einen Schmierfilm mit geringerer Höhe aufweist, was den Ölverbrauch der Brennkraftmaschine erheblich reduzieren kann.

Des weiteren kann vorgesehen sein, dass die Kapillare in einem Bereich unmittelbar oberhalb eines unteren Totpunkts eines sich relativ zu der Zylinderlauffläche bewegenden Kolbens eingebracht werden. Für diese Maßnahme gilt im Prinzip das bezüglich des oberen Totpunkts Ausgesagte mit dem Unterschied, dass der Bereich des unteren Totpunkts weniger stark thermisch belastet ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den restlichen Unteransprüchen. Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung prinzipiell dargestellt.

Dabei zeigen:

eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

eine mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens bearbeitete Zylinderlauffläche;

eine Ansicht der Zylinderlauffläche gemäß dem Pfeil III aus Fig. 2; und

den Verlauf der Dicke des Schmierfilms zwischen dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt eines sich gegenüber der Zylinderlauffläche bewegenden Kolbens.

Fig. 1 zeigt in sehr schematischer Darstellung eine Brennkraftmaschine 1 mit einem Kurbelgehäuse 2, in dem in an sich bekannter Weise eine ein zu bearbeitendes Werkstück 3 bildende Zylinderlaufbuchse 3a angeordnet ist. Von dem Werkstück 3 soll dessen Werkstück-Oberfläche 4, in vorliegenden Fall also die Zylinderlauffläche 4a, bearbeitet werden, und zwar um während des Einsatzes der Zylinderlaufbuchse 3a deren Versorgung mit Schmiermittel, beispielsweise Öl, zu verbessern.

Hierzu wird in das Werkstück 3, im vorliegenden Fall also in die Bohrung der Zylinderlaufbuchse 3a, eine Vorrichtung 5 eingefahren, welche eine Lanze 6 aufweist, welche mit mehreren Hochdruckdüsen 7 versehen ist. Vorzugsweise sind um den Umfang der Lanze 6 eine bis acht Hochdruckdüsen 7 angeordnet, über welche Hochdruckwasserstrahlen 8 in Richtung des Werkstücks 3 abgegeben werden. Insbesondere bei andersartigen Werkstücken 3 wäre auch eine noch größere Anzahl an Hochdruckdüsen 7 denkbar, die gegebenenfalls auch in mehreren Ebenen angeordnet sein könnten.

Da die Hochdruckwasserstrahlen 8 je nach Material des Werkstücks 3 mit einem Druck von 1.800 bis 3.200 bar abgegeben

werden, entfernen sie Teile des Materials aus dem Werkstück 3, so dass in die Werkstück-Oberfläche 4 eine Mikrostruktur in Form von einzelnen Kapillaren 9 eingebracht werden, auf deren Form und Dimensionierung zu einem späteren Zeitpunkt näher eingegangen wird.

Wie dargestellt werden die Hochdruckwasserstrahlen 8 vorzugsweise in einer horizontalen Ebene, also 90° zur Längsachse der Lanze 6 kontinuierlich ausgegeben. Während der Bearbeitung wird die Lanze 6 mit 10 bis 1.000 U/min, insbesondere 100 bis 500 U/min rotiert. Des weiteren haben sich in der Praxis bei der Verwendung von Aluminium oder einer Aluminiumlegierung des Werkstücks 3 folgende Parameter als praktikabel erwiesen: ein Druck der Hochdruckwasserstrahlen 8 von 2.800 bis 3.200 bar bei einem Wasserdurchfluss von 10 bis 20 l/min oder alternativ ein Druck der Hochdruckwasserstrahlen 8 von 1.800 bis 2.200 bar bei einem Wasserdurchfluss von 25 bis 45 l/min, ein Vorschub der Lanze 6 von 5 bis 12 mm/min und ein Abstand der Hochdruckdüsen 7 von der Werkstück-Oberfläche 4 von 10 bis 15 mm.

Wenn als Grundwerkstoff des Werkstücks 3 Grauguss, eine Graugusslegierung oder Stahl verwendet wird, so kann ebenfalls ein Druck der Hochdruckwasserstrahlen 8 von 2.800 bis 3.200 bar bei einer Wasserdurchflussmenge von 10 bis 20 l/min oder ein Druck der Hochdruckwasserstrahlen 8 von 1.800 bis 2.200 bar bei einem Wasserdurchfluss von 25 bis 45 l/min angewandt werden. Im Gegensatz zu Aluminium sollte der Vorschub der Lanze 6 allerdings lediglich 0,5 bis 5 mm/min betragen, wobei der Abstand der Hochdruckdüsen 7 von der Werkstück-Oberfläche 4 ebenfalls 10 bis 15 mm betragen kann.

Die Figuren 2 und 3 zeigen die mittels der Hochdruckwasserstrahlen 8 bearbeitete Zylinderlaufbuchse 3a und Beispiele für die Form der eingebrachten Kapillaren 9. Vorzugsweise weisen die gemäß einer stochastischen Verteilung angeordneten Kapillare 9 ein Verhältnis ihrer Breite b zu ihrer Tiefe t im

Bereich von 1:2 bis 1:10 auf. Wenn als Material für das Werkstück 3 eine Aluminiumlegierung verwendet wird, so beträgt ihr Durchmesser bzw. ihre Breite  $b$  10 bis 20  $\mu\text{m}$  und ihre Tiefe  $t$  liegt im Mittel bei ca. 60  $\mu\text{m}$ . Demgegenüber liegt der Durchmesser bzw. die Breite  $b$  der Kapillare 9 in einem Bereich von 40 bis 60  $\mu\text{m}$  und die Tiefe  $t$  im Mittel bei ca. 120  $\mu\text{m}$ , wenn Grauguss oder Stahl als Material für das Werkstück 3 verwendet werden. Durch die oben genannten Parameter kann die Form und Größe der Kapillare 9 in einem gewissen Maß beeinflusst werden. Die Kapillare 9 können beispielsweise in Form von Kanälen, Bohrungen oder muldenförmigen Vertiefungen in die Werkstück-Oberfläche 4 eingebracht werden. In der Ansicht gemäß Fig. 3 ist zu erkennen, dass die Kapillare 9 unabhängig von ihrer Form jeweils nicht miteinander verbunden sind.

Gerade bei der Bearbeitung von Zylinderlaufflächen 4a bietet es sich an, die Kapillare 9 in einem Bereich unmittelbar unterhalb eines oberen Totpunkts OT eines sich relativ zu der Zylinderlauffläche 4a bewegenden Kolbens 10 und in einem Bereich unmittelbar oberhalb eines unteren Totpunkts UT des Kolbens 10 einzubringen. Der Bereich, in dem die Kapillare 9 eingebracht sind, kann beispielsweise jeweils 10 bis 15 % der Distanz zwischen dem oberen Totpunkt OT und dem unteren Totpunkt UT betragen. Auf diese Weise verbleibt beim Einsatz der Zylinderlaufbuchse 3a das Schmiermittel, vorzugsweise Öl, insbesondere im Bereich der Umkehrpunkte des Kolbens 10, so dass gerade in diesen sowohl mechanisch als auch thermisch stark belasteten Bereichen eine verbesserte Schmierstoffversorgung gegeben ist, was zu einem geringeren Ölverbrauch und somit auch zu geringeren Emissionen der Brennkraftmaschine 1 beiträgt. Dadurch, dass die Kapillare 9 unabhängig von ihrer Form jeweils nicht miteinander verbunden sind, kann der Kolben 10 das Schmiermittel nicht zwischen den Kapillaren 9 verteilen, sodass die Kapillare 9 in idealer Weise als Schmierstofftaschen bzw. Schmierstoffreservoirs dienen und so gemeinsam mit dem tribologischen Partner, in diesem Fall dem Kolben 10, ein Druckpolster bilden können. Dies gewährleistet

eine gleichmäßige Verteilung des Schmiermittels in den fraglichen Bereichen.

Dies ist auch in dem Diagramm gemäß Fig. 4 zu erkennen, in dem die Schmierstoffverteilung, also der Verlauf der Dicke des Schmierfilms, über den Weg des Kolbens 10 zwischen dem unteren Totpunkt UT und dem oberen Totpunkt OT der Zylinderlauffläche 4a gegeben ist. Dabei zeigt die gestrichelte Linie die Verteilung gemäß dem Stand der Technik, wo zu erkennen ist, dass sich im mittleren Bereich die größte Schmiermittelmenge befindet, wohingegen an den beiden Totpunkten OT und UT sehr wenig Schmiermittel vorhanden ist. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird jedoch, wie die durchgezogene Linie zeigt, gerade im Bereich der beiden Totpunkte OT und UT eine gute Schmiermittelversorgung erreicht.

Statt bei der Zylinderlauffläche 4a kann das beschriebene Verfahren beispielsweise auch bei Nockenwellen- oder Kurbelwellenlagern oder bei sonstigen Werkstück-Oberflächen 4 angewendet werden, die im Einsatz des Werkstücks 3 mit Schmiermittel versorgt werden müssen.

DaimlerChrysler AG

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung von Werkstück-Oberflächen, die beim Einsatz des Werkstücks mit Schmiermittel zu versorgen sind,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mittels Hochdruckwasserstrahlen (8) Kapillare (9) in die Werkstück-Oberfläche (4) eingebracht werden, welche beim Einsatz des Werkstücks (3) als Schmierstoffreservoir dienen, wobei die Kapillare (9) ein Verhältnis ihrer Breite (b) zu ihrer Tiefe (t) von 1:2 bis 1:10 mit einer Breite (b) von 10 bis 60 µm und einer Tiefe (t) von 60 bis 120 µm aufweisen.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als die zu bearbeitende Werkstück-Oberfläche (4) eine Zylinderlaufläche (4a) einer Zylinderlaufbuchse (3a) einer Brennkraftmaschine (1) verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Kapillare (9) in einem Bereich unmittelbar unterhalb eines oberen Totpunkts (OT) eines sich relativ zu der Zylinderlaufläche (4a) bewegenden Kolbens (10) eingebracht werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Kapillare (9) in einem Bereich unmittelbar oberhalb eines unteren Totpunkts (UT) eines sich relativ zu der Zylinderlauffläche (4a) bewegenden Kolbens (10) eingebracht werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hochdruckwasserstrahlen (8) durch eine mehrere Hochdruckdüsen (7) aufweisende Lanze (6) abgegeben werden, wobei um den Umfang der Lanze (6) eine bis acht Hochdruckdüsen (7) angeordnet sind.
6. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Lanze (6) mit 10 bis 1000 U/min, insbesondere 100 bis 500 U/min rotiert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hochdruckwasserstrahlen (8) mit einem Druck von 1.800 bis 3.200 bar abgegeben werden.